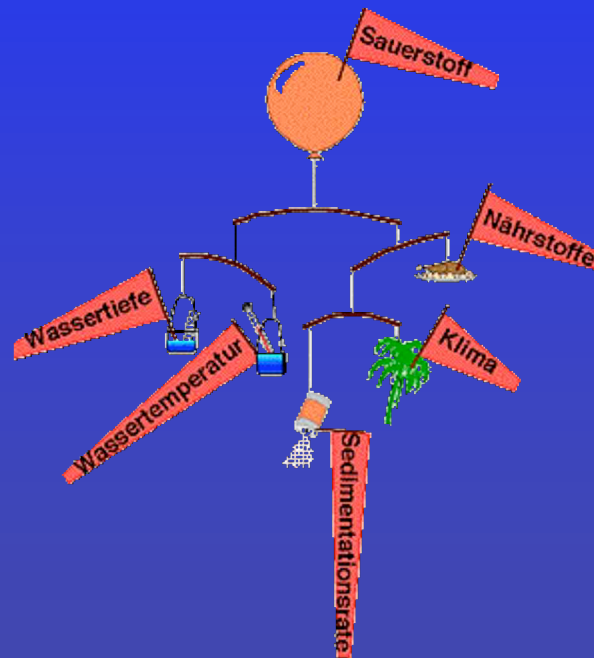


„Coelenteraten“ - Paläontologisch-Stratigraphische Übungen I

Block 3 -2 : Ökologie der Scleractinia: Vertiefung

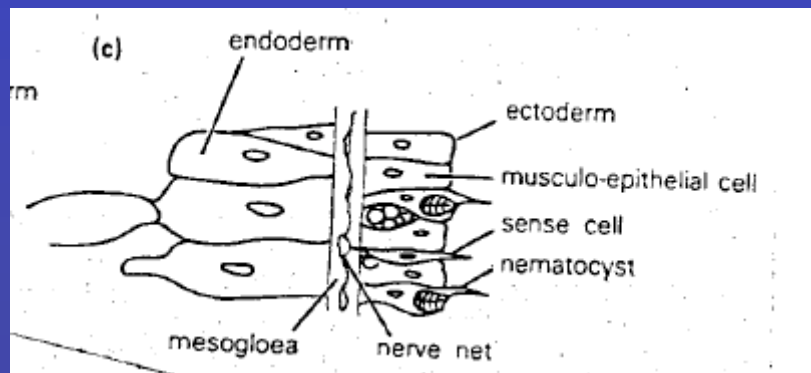
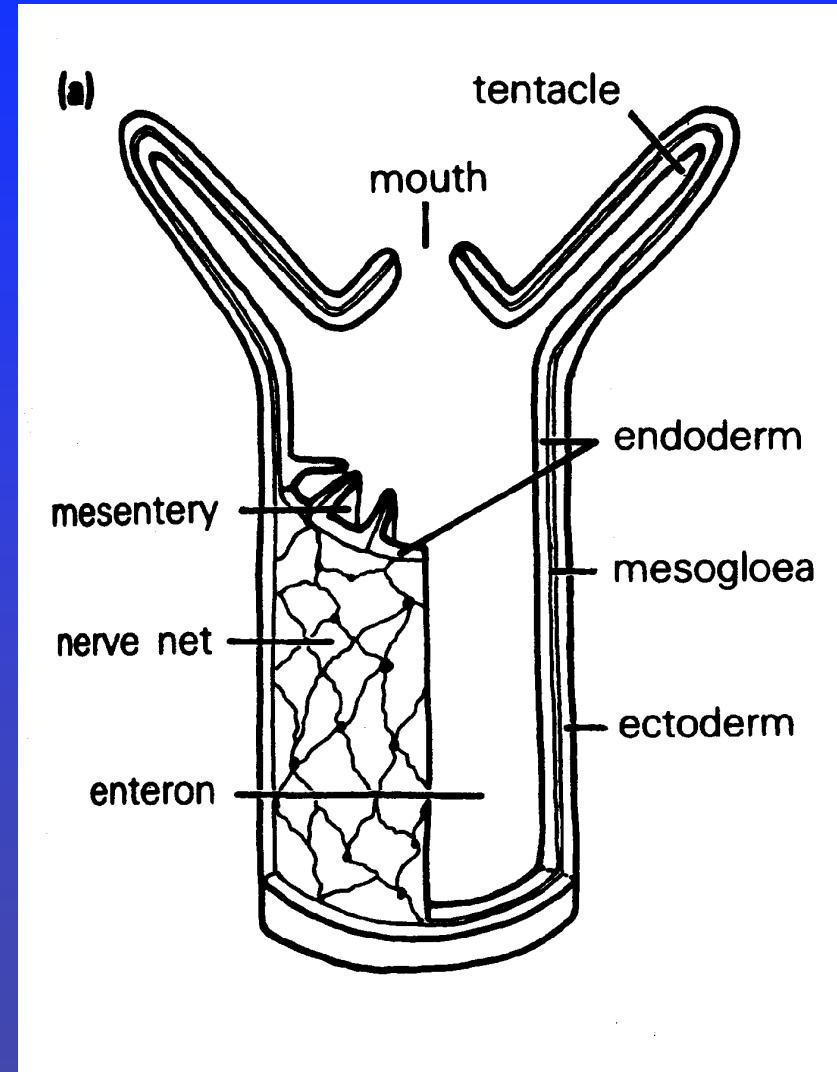
(siehe auch Block 1-1: Intro)



Universitäre Lehrressource - zur für Teilnehmer der PalStrat-Übungen (Teil Leinfelder).
Beinhaltet Fremdcopyrights - darf nicht außerhalb des Kurses weitergegeben werden.
R. Leinfelder, Jan. 2004. rrl@lrz.uni-muenchen.de

Wiederholung: Organisationsplan der Coelenterata

- **Protostomier:** nur **Ekto-** und **Endoderm**, dazwischen **Mesogloea** (Gallerte, z.T. hornig, Kollagene)
- **Keine echten Organe** (Gehirn, Herz, Darm, Nieren, Atmung).
- Jedoch Zelldifferenzierung für verschiedene Aufgaben: u.a. Nervenzellen, Muskelstrangzellen, Nesselzellen (**Cnidoblasten**)



Nesselzellen

- **Nervengift**, oft hochwirksam. Seewespen (Qualle): meist tödlich; Portugiesische Galeere: extrem schmerzhaft)
- meist Nesselpeitschen (**Nematocysten**) (auch andere Typen)
- **Mechanische Auslösung** (Beschleunigung 500.000 m/s^2 , wie Gewehrkugel).

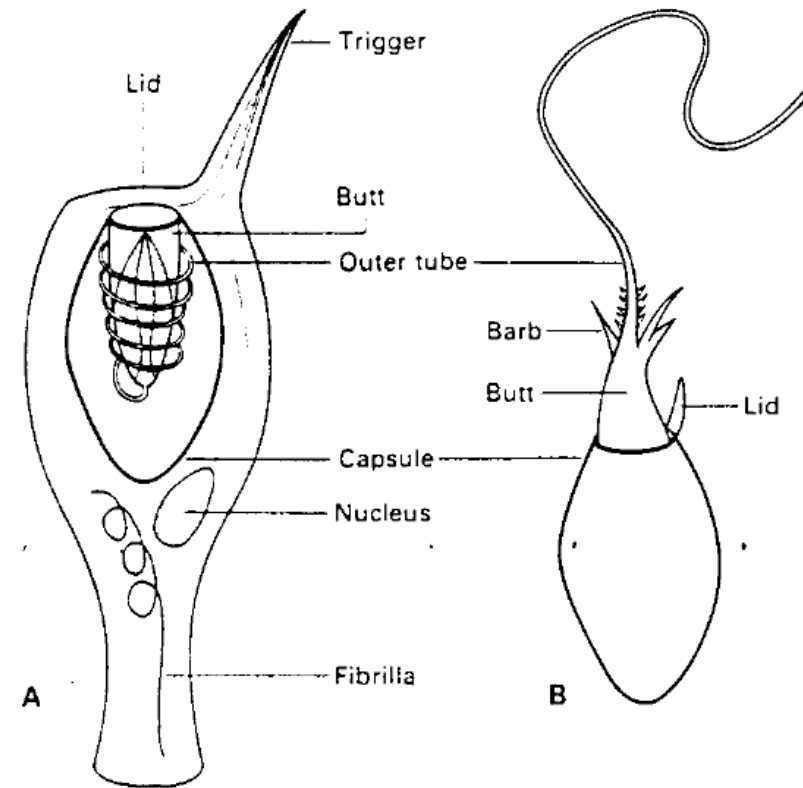


Figure 11.23. Nematocysts of *Hydra*. A, Undischarged cell (cnidoblast). B, Discharged nematocyst showing thick barbed part of tube and thin, spirally muscled, outer tube, which also has numerous fine barbs not visible at this scale.

Mehr zum Organisationsplan...

- **Generationswechsel** (je nach Gruppe auch unterdrückt):
Ei+Spermien -> Planula-Larve -> Polyp -> Meduse -> Ei + Spermien
- idR. Endodermale Einstülpungen: **Mesenterien**
- **Skeletttypen** bei Coelenterata:
 - Hydrostatisches „Skelett“ (alle)
 - Zusätzlich Außen- oder Innenskelett möglich:
 - Hornig (chitinös) (z.B. Hornkorallen)
 - Kollagen („Bindegewebe“) (z.B. Weichkorallen)
 - Kalkige Sklerite (viele Weich- und Lederkorallen)
 - Kalkiges Exoskelett (Steinkorallen, manche Hydrozoen, selten Octokorallen)

Hydraulisches „Skelett“: Prinzipien

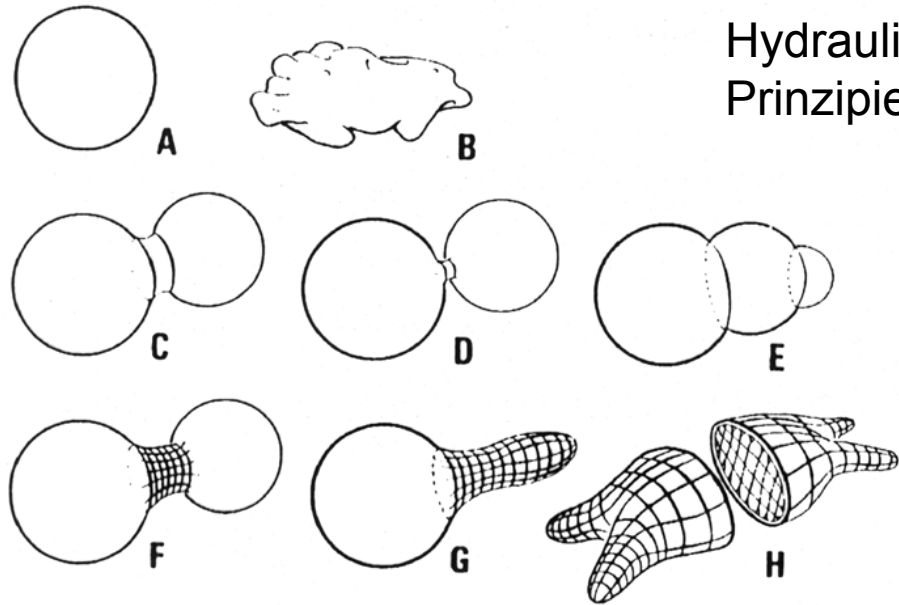
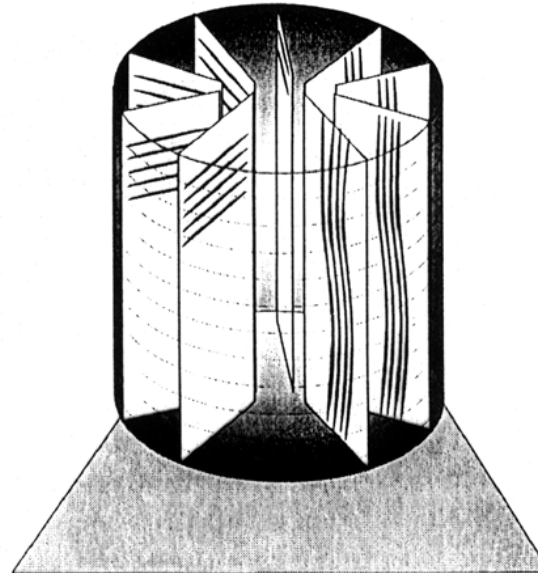
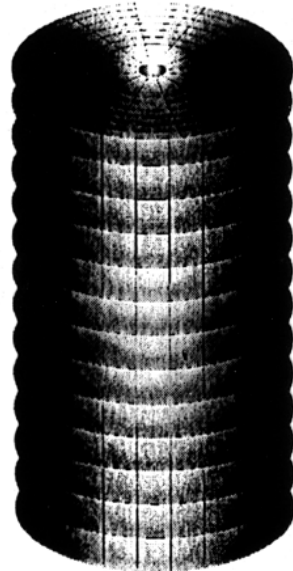
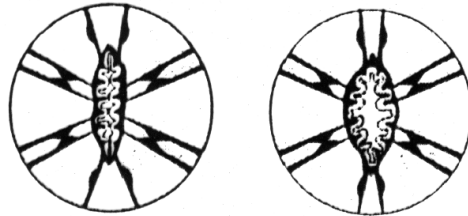


Abb. 3: Hydraulikprinzip lebender Organisation. Eine hydraulisch gefüllte Membran (z.B. Ballonhülle) nimmt ohne Verspannungen und bei gleichmäßiger Kräfteeinwirkung eine runde Form an (A). Bei Unterfüllung (B) fällt die Membran in sich zusammen. Andere Formen können durch verschiedene Verspannungen und Bandagen erzielt werden (C - H). Aus GUTMANN 1995.

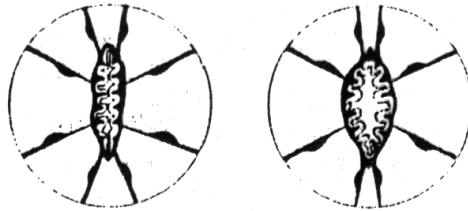


sechs Verspannungsrichtungen

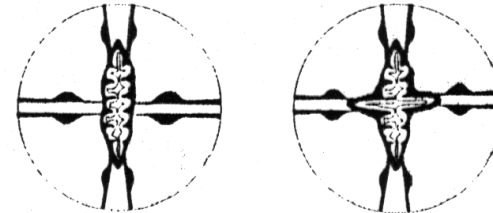


Normalzustand

Öffnung

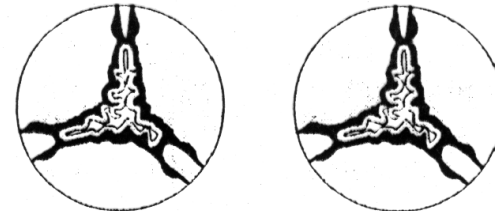


drei oder vier Verspannungsrichtungen

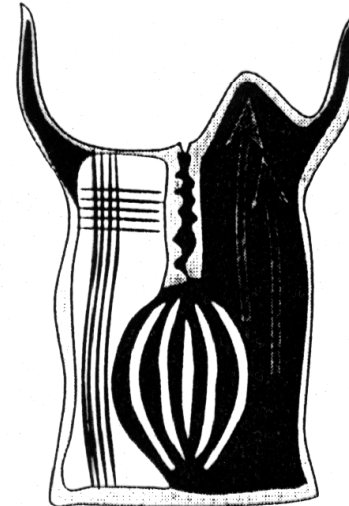
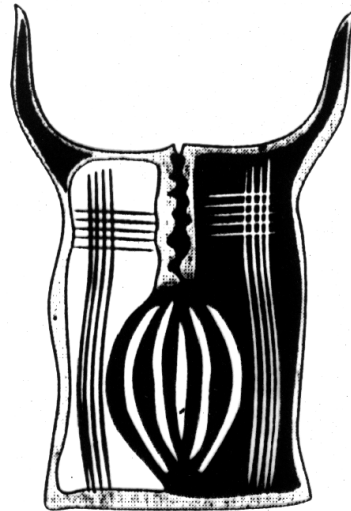


“Normalzustand”

Öffnung kaum möglich



Öffnung nicht möglich!



Aufwölbungen der
Mundscheibe durch
den hydraulischen
Druck

Abb. 10: Zahl der nötigen Verspannungselemente. Für eine kohärente Formerzeugung und die Funktion des Ventilmechanismus sind mindestens sechs Verspannungselemente notwendig. Diese können entweder als Zwillingmesenterien, wie bei den rezenten Anthozoen, oder als Einzelmesenterien, wie bei den rezenten Oktokorallen und den fossilen Rugosen, vorliegen. Weniger als sechs verspannende Mesenterien im Polypenquerschnitt (rechts) führen zu unkontrollierbarer Aufwölbungen der Mundscheibe. Außerdem ist der Öffnungsmechanismus des Schlundrohres in Frage gestellt (vier Verspannungen) bzw. unmöglich (drei Verspannungen).

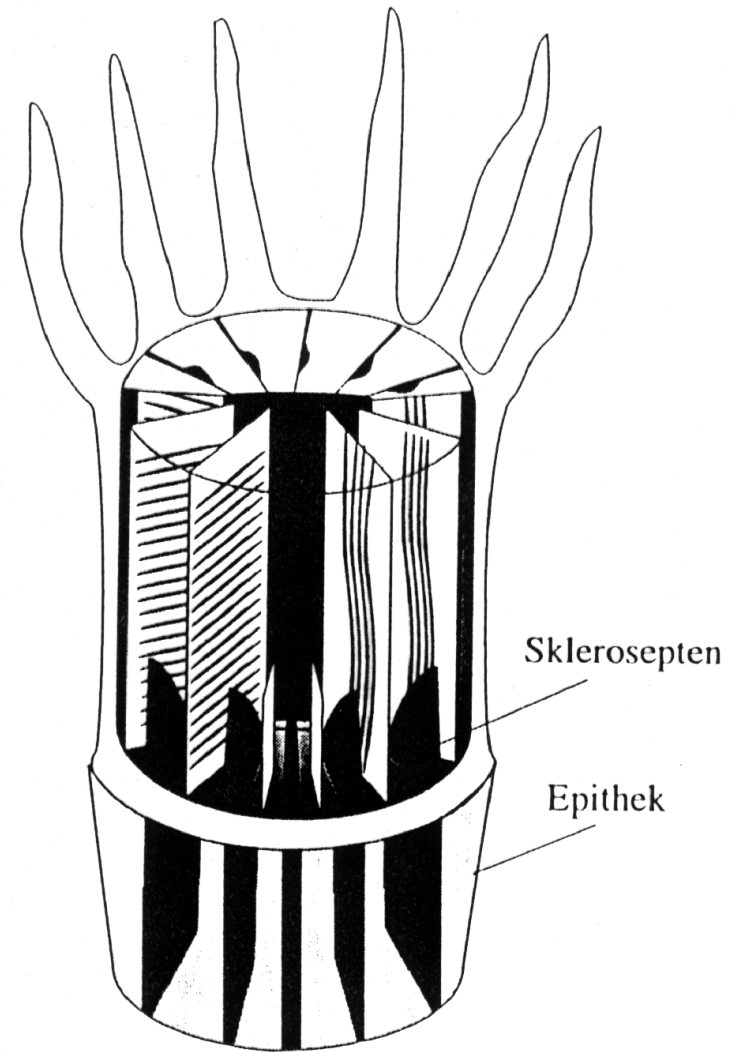
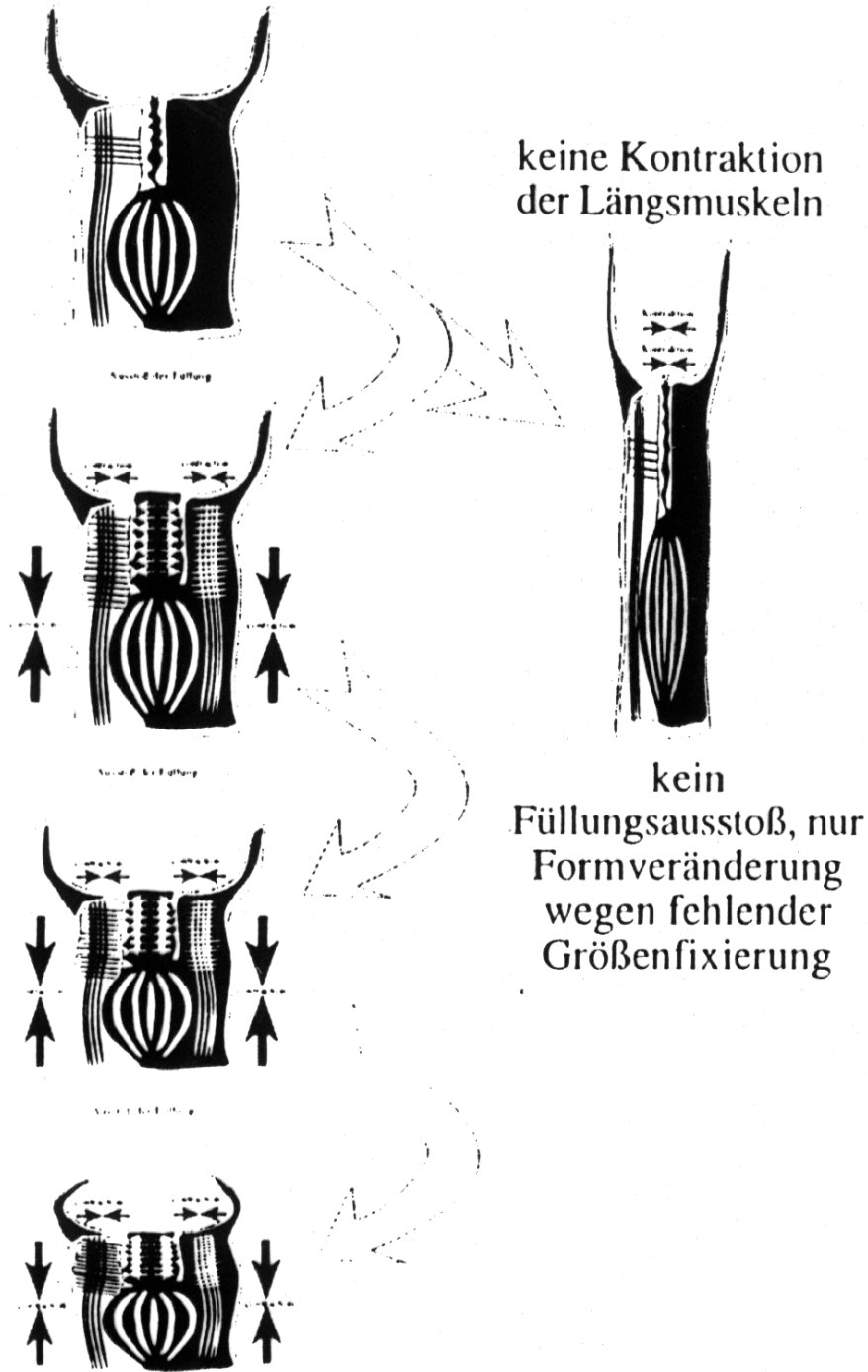


Abb. 9: Skelettsepten im Polypen. Skelettsepten werden in Korallenkonstruktionen nur zwischen den bestehenden Mesenterien von der Fußscheibe ausgebildet. Die Septen ragen in den Innenraum der Konstruktion hinein und sind von den Fußscheibenepithelien überzogen. Gleichzeitig zur Ausbildung von Septen kann eine äußere Wand, die Epithek gebildet werden, die die Septen und Teile des Polypen umschließt.

Ernährung von Steinkorallen: Aktive Filtrierer

moderne Hochseeozeane meist Nährstoffwüsten -> verschiedene Ernährungsweisen nötig:

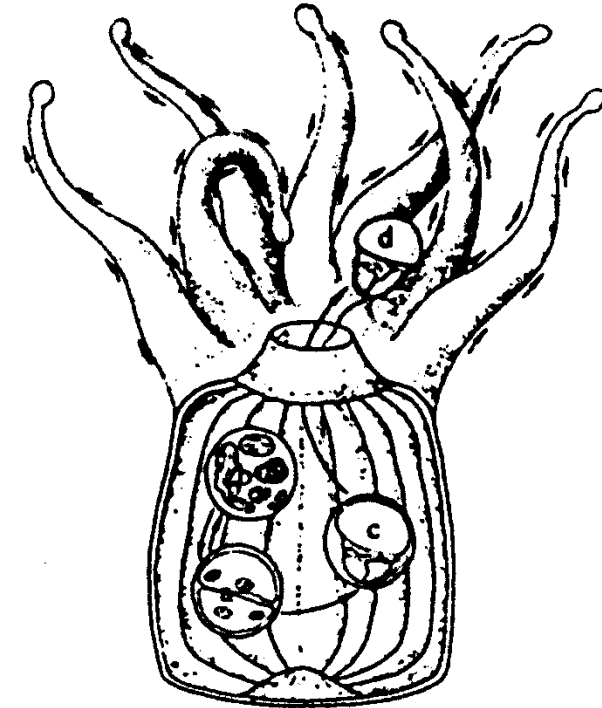
1. karnivore Planktonfänger ("aktive Filtrierer"), z.T. Kleinnekton-Fänger:

Korallen mit kleinsten Kelchen: Geweih- (Acropora), Griffel- und Porenkorallen (Porites) **Larven, Einzeller** (Ciliaten, Amöben, Radiolarien, Rädertierchen). Transport: Microvilli auf Wimpern, diese auf Tentakeln.

Korallen mit etwas größeren Kelchen: Hirnkorallen (Diploria), Sternkorallen (Montastrea): u.a. **Krebschen, Würmer**

Großkelchige Korallen: Pilzkorallen (Fungia), Doldenkorallen etc.: **kleine Fische** etc.

Zunahme Kelchgröße -> häufig (nicht immer) Zunahme Nahrungspartikelgröße



9 *Nahrungsaufnahme: Bei vielen Korallen führen die Cilienströme vom Mundfeld weg. Wird ein Tentakel jedoch nach innen gebogen, führen sie zum Mund, und ein Nahrungsbrocken kann aufgenommen werden. Im Innern des Korallenpolypen sind verschiedene Stadien im Lebenszyklus von Symbiodinium microadriaticum schematisch dargestellt.*

a vegetative Teilung, b kugelförmige Alge, c ein bewegliches Stadium entsteht in einer Wirtszelle, d bewegliches Flagellatenstadium

Ernährung von Steinkorallen: Photosymbiose

2. Symbiose mit einzelligen Algen:

idR. die wichtigste Ernährungsweise von stockbildenden scleractinen Riffkorallen

Zooxanthellen: Panzerflagellaten mit Zellulosepanzer, hier reduziert., v.a. *Symbiodinium adriaticum*; $> 10^6$ Individ/cm². Im Gewebe in Vacuolen (v.a. in Tentakeln, Mundscheibe, Coenosark).

Schon in Eizelle der Koralle mit eingebaut, können aus Gewebe ausgestoßen und wieder eingefangen werden. Rassen teils wirtsspezifisch, gibt auch verschiedene Arten.

Vorteile für Zooxanthellen:

- **Schutz** vor Fressfeinden
- verwendet **CO₂, N, P-Verbindungen** der Koralle direkt (N, P Mangelstoffe im Meer)

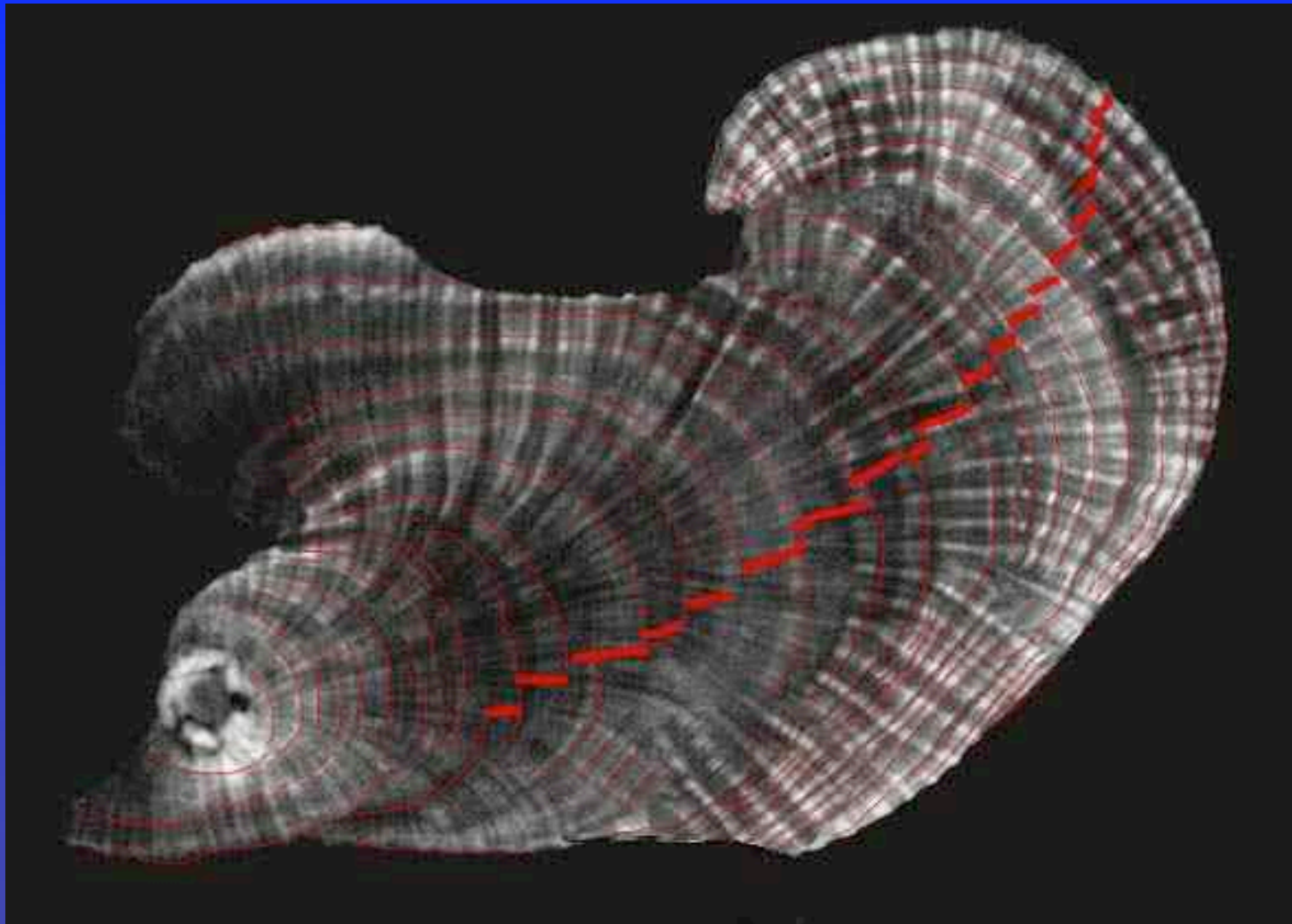
Ernährung von Steinkorallen: Photosymbiose

Vorteile für Korallen:

- **Entgiftung** durch Algen (P, N), Orthophosphate Kristallisationsgift für Aragonit
- **Nahrung**: $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 6 (\text{CH}_2\text{O}) + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2$ dazu Sonnenlicht und Chlorophyll nötig.
Außer Triose entstehen viele andere Zucker und organische Nährverbindungen (v.a. Glucose, Glycerin, Lipide). 50-80% an Korallen abgeführt
- CO_2 -Entzug fördert **Skelettaufbau**
- **O_2 -Produktion** durch Algen: bei Korallen gewaltiger Bedarf: 20 mg/g Körpergewicht * Stunde (bei Mensch: 8 mg/g*Std)
- **UV-Schutz**: Algenpigmente schützen vor Photooxidation ("Sonnenbrand").

→ **Tagesringe, Jahresringe**, in Jahresringen Temperatur gespeichert $\Delta \text{O}^{16/18}$: höhere T, mehr O^{16} -Einbau. Lebende Korallen bis 1000a alt (z.T. älter): **El Niño-Forschung, Paläoklimatologie**

Ernährung von Steinkorallen: Photosymbiose



Ernährung von Steinkorallen: Photosymbiose

- **Optimum** für symbiont. Korallen - **30 Meter**
- **zusätzl. Pigmente** im Flachstwasser (UV-Schutz)
- im tieferen oder trüberen Wasser: **flache, tellerartige Formen** häufiger
- Symbiose evolutiv erworben, nicht umkehrbar, d.h. von Symbionten abhängig.
- **zooxanthellat und azooxanthellat nicht gleichbedeutend mit hermatypisch und ahermatypisch**, gibt auch azoox. Tiefwasserkorallen, die Bioherme aufbauen können.

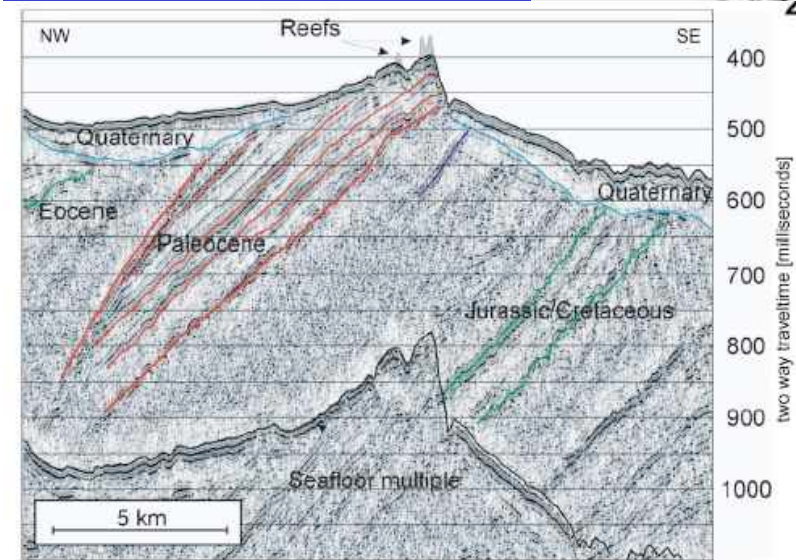
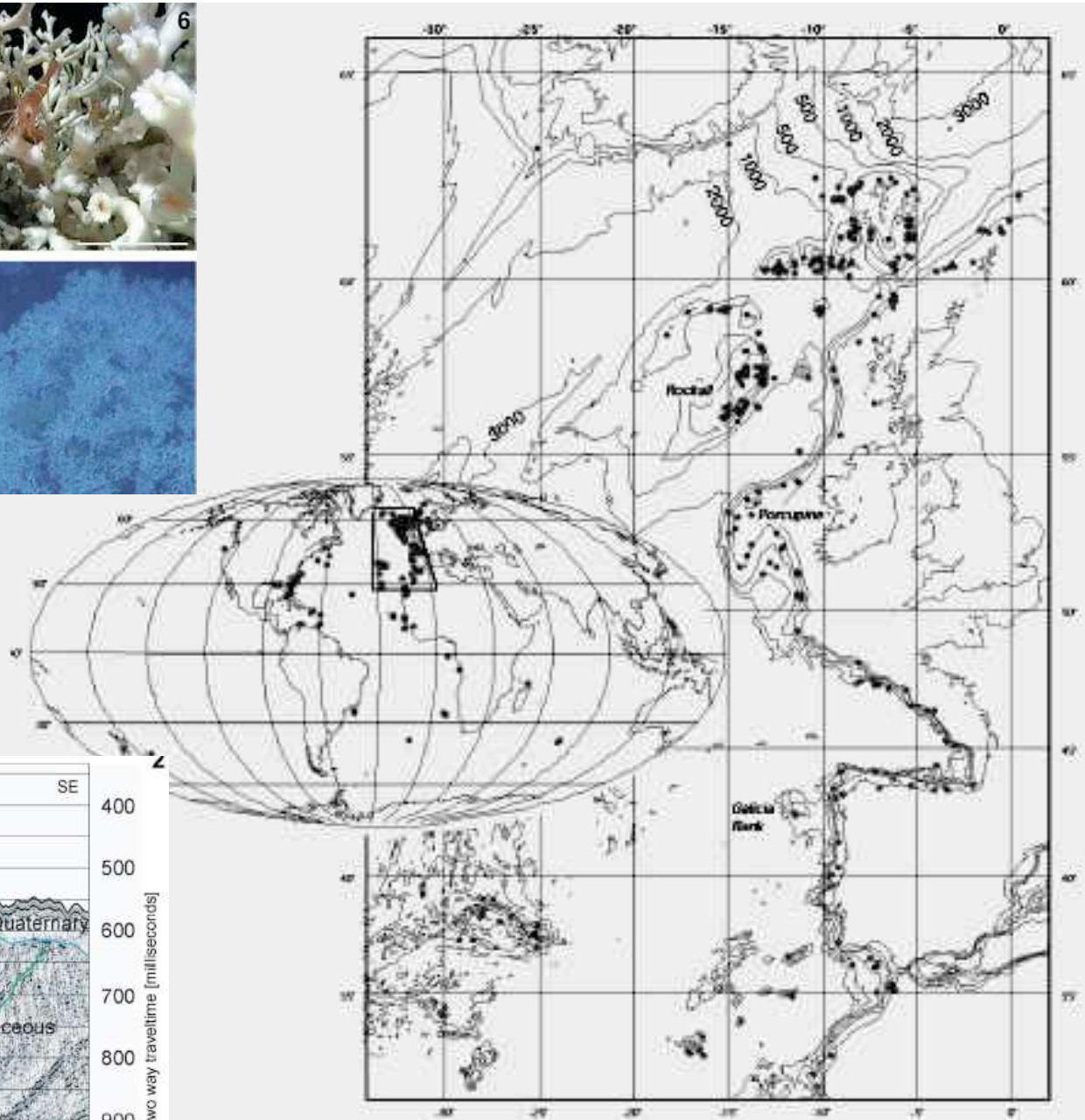
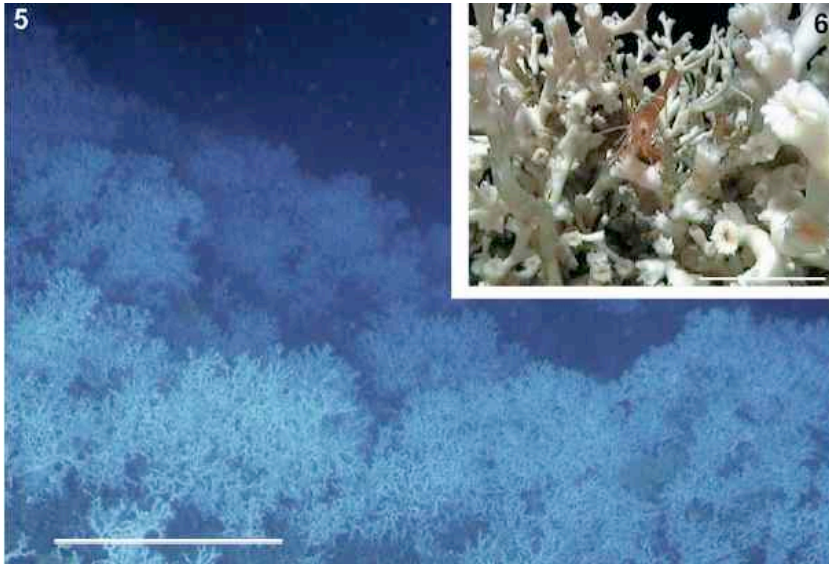
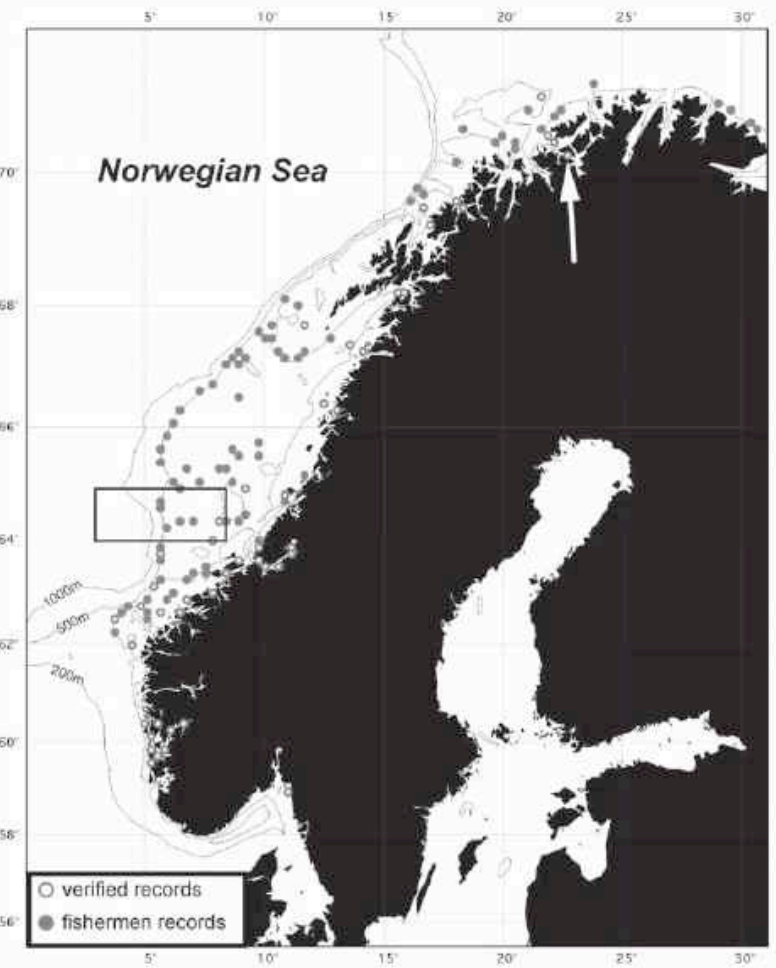
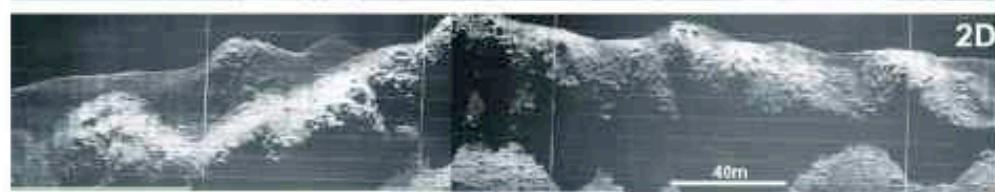
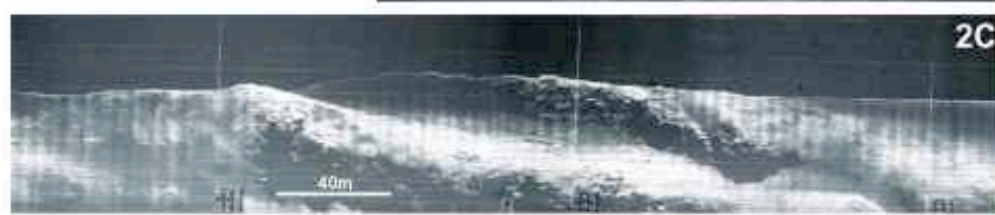
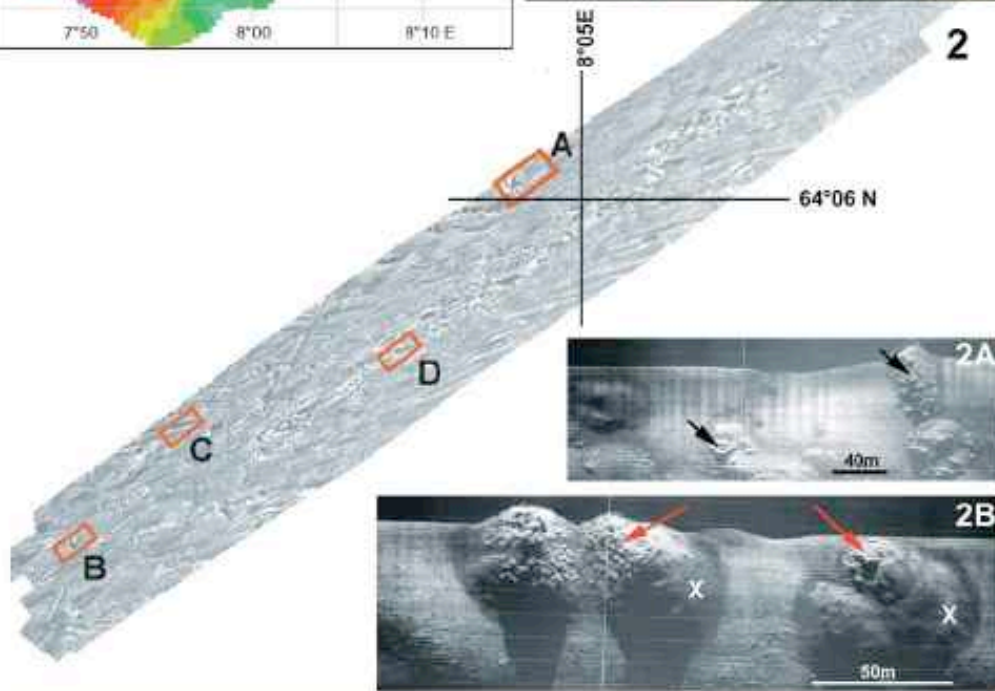
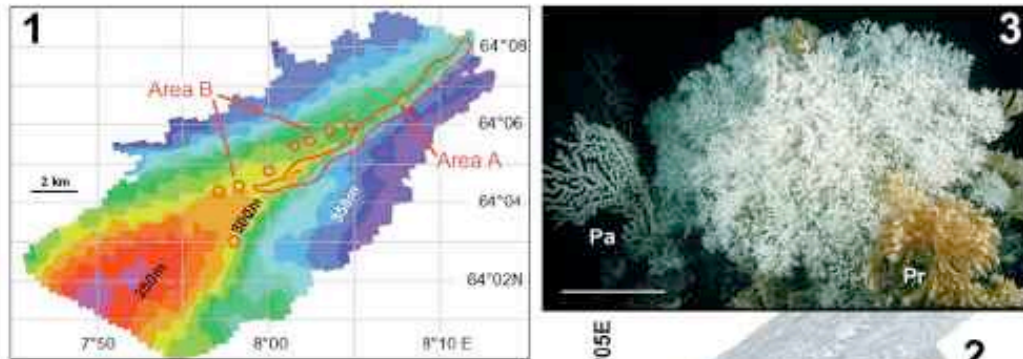


Figure 4. Distribution of deep-water coral occurrences on a global scale (insert map) and focused in the NE Atlantic (Rogers 1999).



Ernährung von Steinkorallen: weitere Möglichkeiten

- **Aasfresser** : Herabrieselnder Abfall von Riffräubern.
- **Schleimnetzfänger** (Muskel-, Gewebe-, Blutzellen, Eier Bakterien): z.B. bei Rillenkorallen, z.T. auch Geweih- und Hirnkorallen:
produzierter Schleim wird später wieder samt gefangenem Material verdaut: breite Oberfläche günstig
- **Aufnahme gelöster Stoffe**: breite Oberfläche günstig

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

TEMPERATUR:

- zooxanthellat: meist 25-29 Grad., Min T ca. 20 Grad (Ausnahme), Bleaching ab 30-32 Grad.
- azooxanthellate Korallen auch im kalten Wasser (nährstoffreicher, wichtig da auf Filtrieren angewiesen)

SALZGEHALT

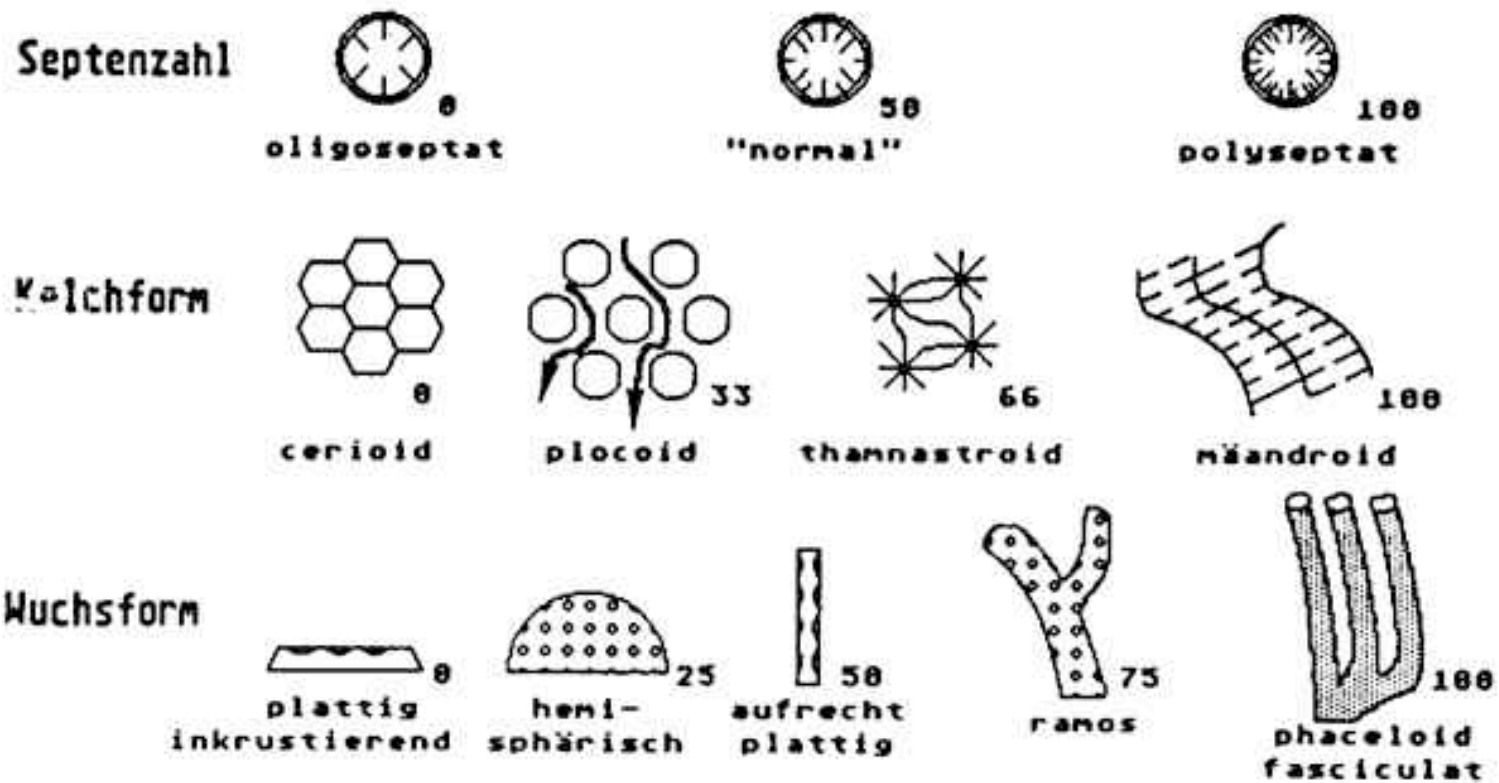
- idR. 27-41 Promille, je nach Art und Region (normales Meer zwischen 34-36)
- Anpassungen:
 - erhöhte Salinität: Rotes Meer
 - leichte Aussüßung: Saumriffe (im Jura gab es auch Brackwasserkorallen!)
 - Manche können 1-2 Std. trockenfallen (bei Niedrigwasser), Schutz durch Schleim.
- **SUBSTRAT:** Muss für die meisten Formen fest sein (Larvenanheftung), z.T. Liegeformen, z.T. Einwachsen von Hecken

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

- **Sedimentation:** sehr ungünstig, da
 - zu viele **Nährstoffe**
 - **Trübung**
 - **Sauerstoffverbrauch** wegen Entmischung und Oxidation von eingebrachter Organik
 - **Verlust von Hartsubstrat**
 - **Verkleben von Tentakeln:** Reinigung fordert Energie
 - **Einsedimentation**
- **Unterschiedliche Reinigungsfähigkeit:**
 - **Schleim** (verbraucht Energie)
 - **Wuchsformanpassung** (phaceloid > ramos > massig > teller)
 - **Kelchformanpassung** (mäandroid > thamnasterioid > plocoid > cerioid)

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

ANPASSUNGEN VON KORALLEN AN HINTERGRUNDSSEDIMENTATION



Weinhold, 1983

zunehmende Hintergrundsedimentation

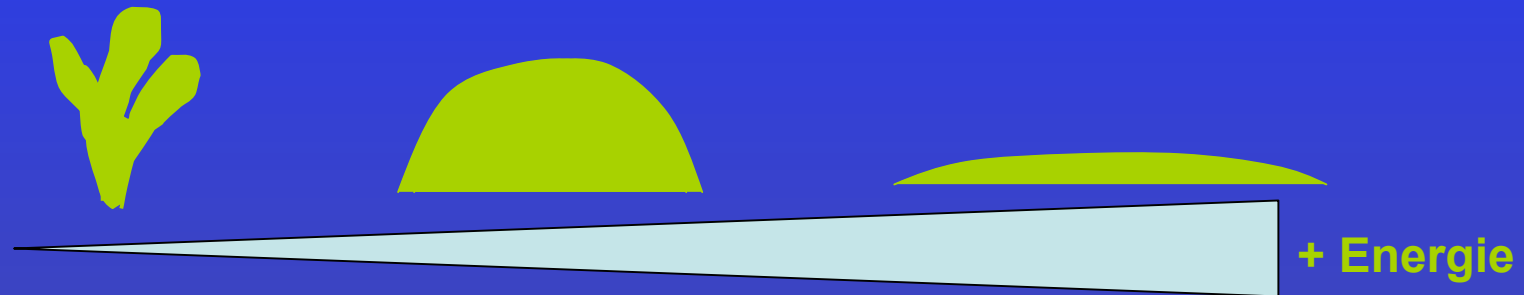
Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen



Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

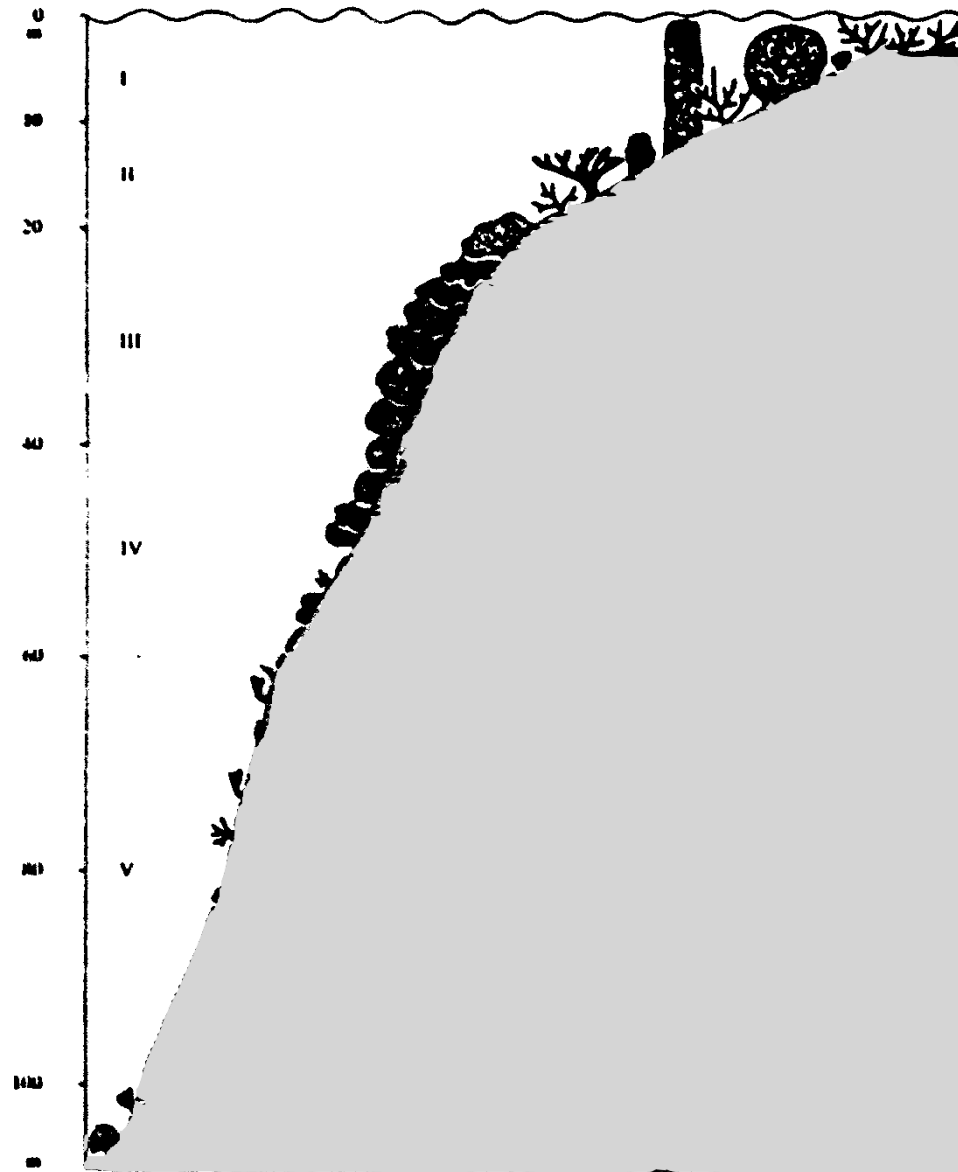
Wasserenergie

- oft **erhöht**, da: mehr **Sauerstoff**, mehr **Nahrung**, leichtere **Abwasserbeseitigung**, geringere **Hintergrundsedimentation**. Erhöhte Wasserenergie aber nicht per se notwendig.
- Trend zu höherer Wasserenergie:
- **ästige** → **hemisphärische** → **flach inkrustierend**



Aber viele **Ausnahmen**:

- **flächige** Wuchsformen auch Anpassung an **wenig Licht** oder **wenig Plankton**
- z.T. Stockwerksbau: **filigrane Formen** wachsen **unter robusten Formen**
- **Ästige** Formen sind günstig, da Wasser besser gebrochen und verwirbelt wird: **höhere Verweildauer von Nahrung**
- **Abbrechen** von Ästen wird z.B. bei Acroporen als **Verbreitungsstrategie** genutzt.



11 Der Strömungsabwärts in den verschiedenen
 Lichtzonen
 I „Ritzzone“ mit sträuchigen Korallen, II „Griffzone“
 mit massiven und steinigen Korallen,
 III „Grünzone“ mit blattförmigen Korallen,
 IV „Blauzone“ mit blattförmigen und Invertebraten,
 knospenigen Korallenbänken, V „Dunkelzone“ mit
 spärlichem Bewuchs kleinerer epizymbiontischer
 Korallen

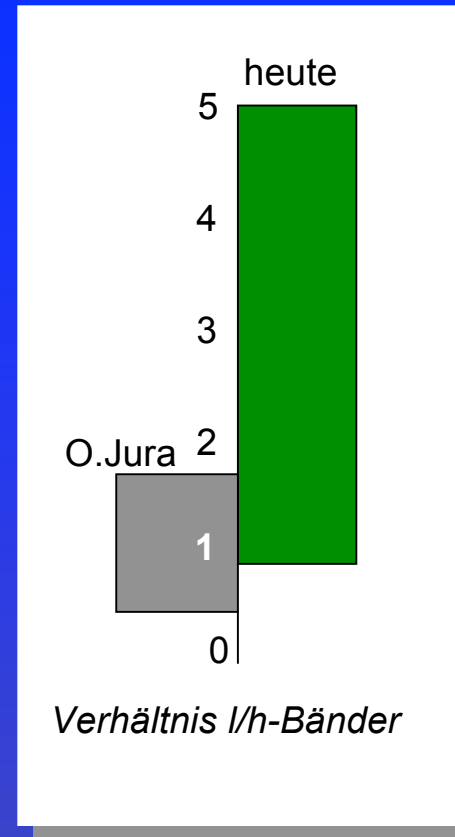
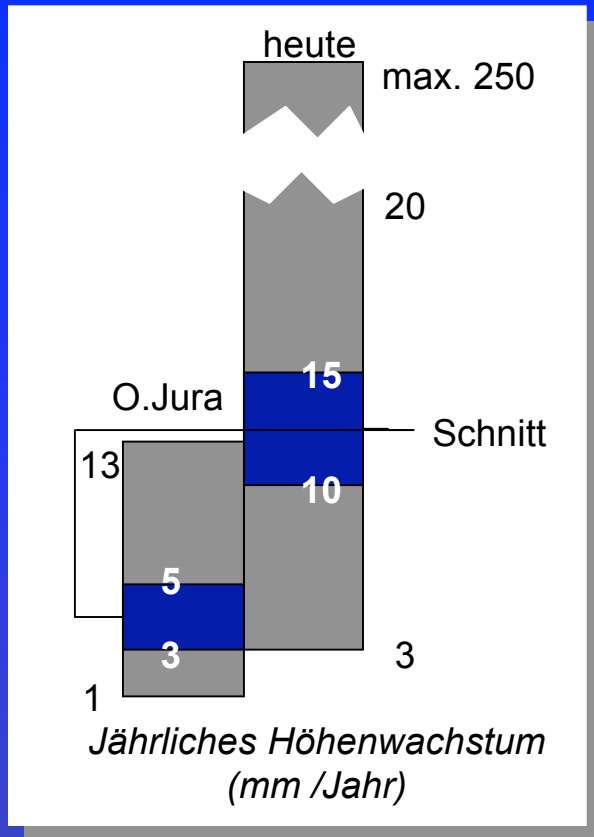
Kühlmann 1984

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

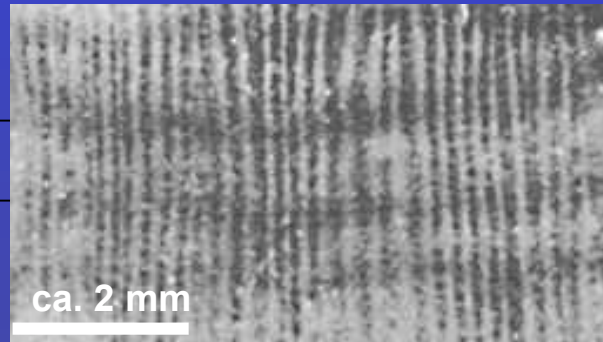
Wachstumsgeschwindigkeit

- abhängig von Bauweise:
 - Bauweise: z.B. perforate Leichtbauweise bei Acroporen
 - Genereller Wuchsform: ästig schneller als hemisphärisch (Volumen wächst in 3. Potenz)
 - lineare Wachstumsraten rezent: 3-25 mm/a (bis 260 mm/a), Schnitt 10-15mm/a; Oberjura: 1-13 mm, Schnitt 3-6 mm.

Wachstum



Jahresband
im Skelett
einer Jura-
Koralle



Low-Density-
Band (Sommer)

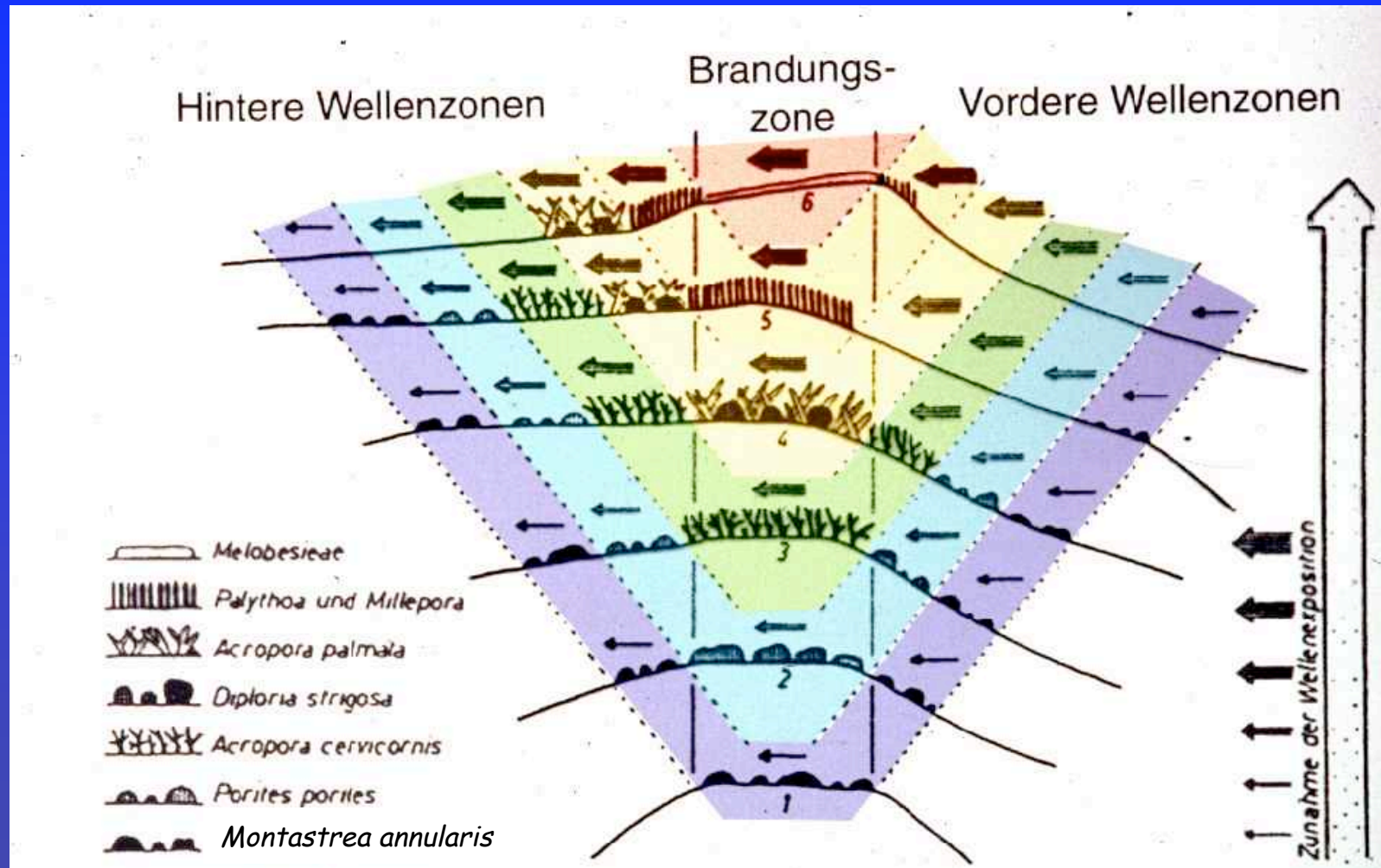
High-Density-
Band (Regenzeit)

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

Ökologische Zonierungen

- In der Karibik sowie teilweise im Fossilen sehr gut entwickelt.
- Abhängig z.T. von **Wassertiefe**, **Sedimenteintrag**, insbesondere aber von **Wasserenergie** (→ **Wellenzonen** von Geister). Damit sehr aussagekräftig für paläogeographische Rekonstruktionen.
- **Niederdiverse** Korallenassoziationen sprechen i.d.Regel für **restrikte** Bedingungen (zu flach, zu tief, Sedimenteintrag, Salinitätsschwankungen o.ä.), **hochdiverse** für Bedingungen **nahe des Optimums**

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen



Karibik-Wellenzonen nach Geister

Weitere ökologische Faktoren bei Steinkorallen

Weitere wichtige Aspekte:

- Ökologische **Ansprüche** der Korallen **änderten sich** evolutiv. Frühere Korallen vertrugen z.T. mehr Nährstoffe und Sedimenteintrag. Damit ist **Einnischung der Riffe heute größer als früher**
- Innerhalb eines Riffes gibt es vielfältigste **Wechselwirkungen** mit den anderen Organismen, die unabdingbar sind (z.B. **Inkrustierer**, **algenabweidende Organismen** etc.).